

(43)公開日 平成14年2月22日(2002.2.22)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	サーチコード(参考)
H 0 1 L 21/31		H 0 1 L 21/31	C 4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/44		C 2 3 C 16/44	J 4 K 0 5 7
C 2 3 F 4/00		C 2 3 F 4/00	E 5 F 0 0 4
			F 5 F 0 4 5
H 0 1 L 21/3065		H 0 1 L 21/302	E
審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 20 頁)			

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 20 頁)

(21)出願番号 特願2000-240292(P2000-240292)

(22) 出願日 平成12年8月8日(2000.8.8)

(71)出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 發明者 吹上 紀明

神奈川県津久井郡城山町町屋1丁目2番41  
東京エレクトロン宮城株式会社内

(74) 代理人 100095407

弁理士 木村 満 (外1名)

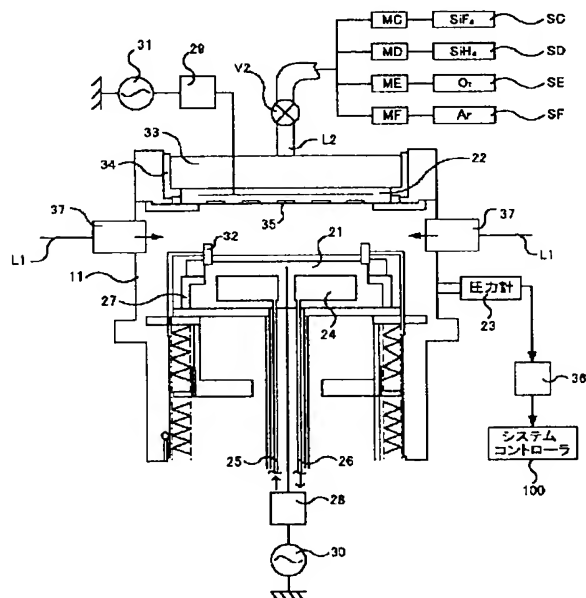
**最終頁に続く**

(54) 【発明の名称】 処理装置及びそのクリーニング方法

(57) 【要約】

【課題】 正確な終点検出の可能な処理装置のドライクリーニング方法を提供する。

【解決手段】 クリーニング中の、チャンバ圧、物質濃度又は堆積膜の厚さを測定、モニターするためのセンサを装置 11 内に設け、センサからのデータを基に終点を検出する。または、チャンバ 11 内にプラズマを部分的に発生させて、このプラズマの発光強度をモニターして終点を検出する。或いは、チャンバ内に光を照射し、チャンバ内を通過した光を測定、モニターして終点を検出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】被処理体に所定の処理を施す処理装置の真空チャンバ内を、該真空チャンバの外部で活性化したガスを用いてクリーニングする、処理装置のクリーニング方法において、

クリーニング時の前記真空チャンバ内の圧力を測定し、測定により得られた圧力データをモニタしてクリーニングの終点検出を行う、

ことを特徴とする処理装置のクリーニング方法。

【請求項2】真空チャンバと、

前記真空チャンバをクリーニングするためのガスを該真空チャンバ内に供給可能に構成されたガス供給ラインと、

前記ガス供給ラインを介して前記真空チャンバに供給されるガスを活性化可能に構成されたガス活性化手段と、前記真空チャンバ内の圧力を測定して、クリーニングの終点を検出する終点検出手段と、

から構成されることを特徴とする処理装置。

【請求項3】被処理体に所定の処理を施す処理装置の真空チャンバ内を、該真空チャンバの外部で活性化したガスを用いてクリーニングする、処理装置のクリーニング方法において、

クリーニング時に前記真空チャンバ内に存在する物質の量を測定し、

測定により得られた前記物質の量データをモニタしてクリーニングの終点検出を行う、

ことを特徴とする処理装置のクリーニング方法。

【請求項4】前記物質は酸素であることを特徴とする請求項3に記載の処理装置のクリーニング方法。

【請求項5】真空チャンバと、

前記真空チャンバをクリーニングするためのガスを該真空チャンバ内に供給可能に構成されたガス供給ラインと、

前記ガス供給ラインを介して前記真空チャンバに供給されるガスを活性化可能に構成されたガス活性化手段と、前記真空チャンバ内に存在する物質の量を測定して、クリーニングの終点を検出する終点検出手段と、

から構成されることを特徴とする処理装置。

【請求項6】被処理体に所定の処理を施す処理装置の真空チャンバ内を、該真空チャンバの外部で活性化したガスを用いてクリーニングする、処理装置のクリーニング方法において、

クリーニング中に前記真空チャンバ内にプラズマを発生させ、

発生したプラズマの発光強度を測定し、

測定により得られた発光強度データをモニタしてクリーニングの終点検出を行う、

ことを特徴とする処理装置のクリーニング方法。

【請求項7】前記プラズマを誘導結合的に発生させることを特徴とする請求項6に記載の処理装置のクリーニン

グ方法。

【請求項8】真空チャンバと、

前記真空チャンバをクリーニングするためのガスを該真空チャンバ内に供給可能に構成されたガス供給ラインと、

前記ガス供給ラインを介して前記真空チャンバに供給されるガスを活性化可能に構成されたガス活性化手段と、前記チャンバ内に局所的にプラズマを発生可能に構成されたプラズマ発生手段と、

10 前記プラズマ発生手段により発生されたプラズマの発光強度を測定してクリーニングの終点検出を行う終点検出手段と、

から構成されることを特徴とする処理装置。

【請求項9】被処理体に所定の処理を施す処理装置の真空チャンバ内を、該真空チャンバの外部で活性化したガスを用いてクリーニングする、処理装置のクリーニング方法において、

前記真空チャンバは光透過可能な部材で構成された窓を有し、

20 前記窓を介して前記真空チャンバ内に光を通過させ、

前記真空チャンバを通過した光を測定し、

測定により得られた光のデータに基づいてクリーニングの終点検出を行う、

ことを特徴とする処理装置のクリーニング方法。

【請求項10】前記窓は、耐プラズマ性材料でコーティングされていることを特徴とする請求項9に記載の処理装置のクリーニング方法。

【請求項11】前記光は、レーザー光であることを特徴とする請求項9又は10に記載の処理装置のクリーニング方法。

30 【請求項12】前記光の測定は、前記光をフォトダイオードに受光させて行うことを特徴とする請求項9乃至11のいずれか1項に記載の処理装置のクリーニング方法。

【請求項13】光透過可能な部材で構成された窓を備えた真空チャンバと、

前記真空チャンバをクリーニングするためのガスを該真空チャンバ内に供給可能に構成されたガス供給ラインと、

40 前記ガス供給ラインを介して前記真空チャンバに供給されるガスを活性化可能に構成されたガス活性化手段と、前記窓を通して前記真空チャンバ内に光を照射可能に構成された光照射手段と、

前記光照射手段により照射され、前記真空チャンバ内を通過した光を測定してクリーニングの終点検出を行う終点検出手段と、から構成されることを特徴とする処理装置。

【請求項14】被処理体に所定の処理を施す処理装置の真空チャンバ内を、該真空チャンバの外部で活性化した

グ方法において、  
クリーニング時に除去される、真空チャンバ内に堆積された膜の厚さを測定し、  
測定により得られた膜厚データに基づいてクリーニングの終点検出を行う、ことを特徴とする処理装置のクリーニング方法。

【請求項15】前記膜厚の測定は、振動子を用いた膜厚センサにより行うことを特徴とする請求項14に記載の処理装置のクリーニング方法。

【請求項16】真空チャンバと、  
前記真空チャンバをクリーニングするためのガスを該真空チャンバ内に供給可能に構成されたガス供給ラインと、  
前記ガス供給ラインを介して前記真空チャンバに供給されるガスを活性化可能に構成されたガス活性化手段と、  
前記真空チャンバ内に堆積され、クリーニングにより除去される対象の膜の厚さを測定してクリーニングの終点検出を行う終点検出手段と、  
から構成されることを特徴とする処理装置。

【請求項17】前記所定の処理は、プラズマ処理であることを特徴とする請求項1、3、4、6、7、9～12、14、15のいずれか1項に記載の処理装置のクリーニング方法。

【請求項18】前記活性化はプラズマ化であることを特徴とする請求項1、3、4、6、7、9～12、14、15、17のいずれか1項に記載の処理装置のクリーニング方法。

【請求項19】前記処理装置は、前記真空チャンバ内にプラズマを生成して処理する手段を備えることを特徴とする請求項2、5、8、13、16のいずれか1項に記載の処理装置。

【請求項20】前記ガス活性化手段は、前記ガス供給ラインから前記真空チャンバに供給されるガスをプラズマ化する手段を備えることを特徴とする請求項2、5、8、13、16、19のいずれか1項に記載の処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、処理装置及びそのドライクリーニング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体ウェハ等の基板に、成膜、エッチング等の処理を行う方法には、プラズマを用いた方法が用いられる。この方法に使用される処理装置では、処理の際、ウェハ上だけでなく、処理チャンバのいたるところに膜堆積が起こる。このため、処理チャンバ内に堆積した膜が剥離して、ウェハに堆積された膜上に取込まれたり、ウェハ表面に付着したりする。これは、このウェハが構成するデバイスの欠陥につながり、デバイスの歩留まりの低下、デバイス特性の悪化といった問題を生

じる。従って、これらの処理チャンバ内に付着、堆積した膜を定期的にクリーニングする必要がある。

【0003】そのためのクリーニング方法としては、クリーニング用のガスをプラズマ化してクリーニングを行うドライクリーニング方法が主流である。例えば、ウェハ上にSiOF膜を成膜する処理を行った後、クリーニングガスとしてNF<sub>3</sub>を用いた場合は、下記式のようにクリーニングが進行する(化1)。NF<sub>3</sub>はラジカル化(本明細書中では、「ラジカル化」とは、「プラズマ化」の形態の1つに含まれるものとする)されてフッ素ラジカルF\*を発生し、このF\*が膜であるSiOFと反応して、SiOF膜はSiF<sub>4</sub>ガスの形で処理チャンバ内から除外される。

【化1】 $\text{SiOF} + \text{NF}_3 \rightarrow \text{SiF}_4 \uparrow + 1/2 \text{O}_2 \uparrow + 1/2 \text{N}_2 \uparrow$

【0004】上述のドライクリーニングでは、従来より、処理チャンバ内でガスをプラズマ化させてクリーニングを行っている。しかし、近年、チャンバ外部でプラズマを発生させてラジカルのみを導入してクリーニングを行う、リモートプラズマが行われている。このようなリモートプラズマクリーニングは、チャンバ内でガスをプラズマ状態としてクリーニングする、in situ(その場)プラズマクリーニングよりもガスの活性が穏やかであるため、チャンバ壁、フォーカスリング等のチャンバ部材の劣化が抑えられるといった理由から好ましい。

【0005】従来のin situプラズマクリーニングでは、クリーニングの終点を検出する方法は、チャンバ内でクリーニング処理のために発生させているプラズマの発光(例えば、O、O<sub>2</sub>の波長)を調べ、発光強度が一定して下がった状態をクリーニングの終点とするものである。しかし、このようなin situプラズマクリーニングでは、生成した活性種がチャンバ部材を劣化させたり、チャンバ内で異常放電が生じて汚染の原因となったりする。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述のリモートプラズマクリーニングでは、クリーニング時にチャンバ内でプラズマを発生させないため、プラズマ発光による終点検出はできない。このため、リモートプラズマクリーニングを行う場合には、予めクリーニング条件を決定し、チャンバでの積算膜厚から終点時間を算出していた。しかし、この方法では、チャンバ内の実際の膜厚を知ることができないため、クリーニングし過ぎて部材を劣化させたり、また、逆にクリーニングが足りずにパーティクル等が発生しやすいということがあった。従って、クリーニングの終点をin situで正確に検出する方法が必要とされていた。

【0007】上記事情を鑑みて、本発明は、正確な終点検出の可能な処理装置及びそのドライクリーニング方法

の提供を目的とする。また、本発明は、適切にクリーニングを行うことができる処理装置及びそのドライクリーニング方法の提供を他の目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の第1の観点に係る処理装置のクリーニング方法は、被処理体に所定の処理を施す処理装置の真空チャンバ内を、該真空チャンバの外部で活性化したガスを用いてクリーニングする、処理装置のクリーニング方法において、クリーニング時の前記真空チャンバ内の圧力を測定し、測定により得られた圧力データをモニタしてクリーニングの終点検出を行う、ことを特徴とする。

【0009】上記構成の方法によれば、チャンバ外部でクリーニングガスを活性化してクリーニングを行うドライクリーニングにおいて、チャンバ内の圧力をモニタしてクリーニングの終点を正確に検出することができる。従って、過度のクリーニングによる部材の劣化、または、逆にクリーニング不足によるパーティクル等の発生を防ぐことができる。

【0010】上記目的を達成するため、本発明の第2の観点に係る処理装置は、真空チャンバと、前記真空チャンバをクリーニングするためのガスを該真空チャンバ内に供給可能に構成されたガス供給ラインと、前記ガス供給ラインを介して前記真空チャンバに供給されるガスを活性化可能に構成されたガス活性化手段と、前記真空チャンバ内の圧力を測定して、クリーニングの終点を検出する終点検出手段と、から構成されることを特徴とする。

【0011】上記構成の装置によれば、チャンバ外部でクリーニングガスを活性化してクリーニングを行うドライクリーニングにおいて、チャンバ内の圧力をモニタしてクリーニングの終点を正確に検出することができる。従って、過度のクリーニングによる部材の劣化、または、逆にクリーニング不足によるパーティクル等の発生を防ぐことができる。

【0012】上記目的を達成するため、本発明の第3の観点に係る処理装置のクリーニング方法は、被処理体に所定の処理を施す処理装置の真空チャンバ内を、該真空チャンバの外部で活性化したガスを用いてクリーニングする、処理装置のクリーニング方法において、クリーニング時に前記チャンバ内に存在する物質の量を測定し、測定により得られた前記物質の量データをモニタしてクリーニングの終点検出を行う、ことを特徴とする。

【0013】上記構成の方法によれば、チャンバ外部でクリーニングガスを活性化してクリーニングを行うドライクリーニングにおいて、チャンバ内に存在する物質の量をモニタしてクリーニングの終点を正確に検出することができる。従って、過度のクリーニングによる部材の劣化、または、逆にクリーニング不足によるパーティクル等の発生を防ぐことができる。

【0014】上記構成の処理装置のクリーニング方法において、前記物質は酸素であってもよい。

【0015】上記目的を達成するため、本発明の第4の観点に係る処理装置は、真空チャンバと、前記真空チャンバをクリーニングするためのガスを該真空チャンバ内に供給可能に構成されたガス供給ラインと、前記ガス供給ラインを介して前記真空チャンバに供給されるガスを活性化可能に構成されたガス活性化手段と、前記真空チャンバ内に存在する物質の量を測定して、クリーニングの終点を検出する終点検出手段と、から構成されたことを特徴とする。

【0016】上記構成の装置によれば、チャンバ外部でクリーニングガスを活性化してクリーニングを行うドライクリーニングにおいて、チャンバ内に存在する物質の量を測定して、クリーニングの終点を検出することができる。従って、過度のクリーニングによる部材の劣化、または、逆にクリーニング不足によるパーティクル等の発生を防ぐことができる。

【0017】上記目的を達成するため、本発明の第5の観点に係る処理装置のクリーニング方法は、被処理体に所定の処理を施す処理装置の真空チャンバ内を、該真空チャンバの外部で活性化したガスを用いてクリーニングする、処理装置のクリーニング方法において、クリーニング中に前記真空チャンバ内にプラズマを発生させ、発生したプラズマの発光強度を測定し、測定により得られた発光強度データをモニタしてクリーニングの終点検出を行う、ことを特徴とする。

【0018】上記構成の方法によれば、チャンバ外部でクリーニングガスを活性化してクリーニングを行うドライクリーニングにおいて、チャンバ内に部分的にプラズマを発生させ、このプラズマの発光強度をモニタしてクリーニングの終点を正確に検出することができる。従って、過度のクリーニングによる部材の劣化、または、逆にクリーニング不足によるパーティクル等の発生を防ぐことができる。

【0019】上記構成の処理装置のクリーニング方法は、前記プラズマを誘導結合的に発生させてもよい。

【0020】上記目的を達成するため、本発明の第6の観点に係る処理装置は、真空チャンバと、前記真空チャンバをクリーニングするためのガスを該真空チャンバ内に供給可能に構成されたガス供給ラインと、前記ガス供給ラインを介して前記真空チャンバに供給されるガスを活性化可能に構成されたガス活性化手段と、前記チャンバ内に局所的にプラズマを発生可能に構成されたプラズマ発生手段と、前記プラズマ発生手段により発生されたプラズマの発光強度を測定してクリーニングの終点検出を行う終点検出手段と、から構成されたことを特徴とする。

【0021】上記構成の装置によれば、チャンバ外部でクリーニングガスを活性化してクリーニングを行うドライ

イクリーニングにおいて、チャンバ内に部分的にプラズマを発生させ、このプラズマの発光強度をモニタしてクリーニングの終点を正確に検出することができる。従って、過度のクリーニングによる部材の劣化、または、逆にクリーニング不足によるパーティクル等の発生を防ぐことができる。

【0022】上記目的を達成するため、本発明の第7の観点に係る処理装置のクリーニング方法は、被処理体に所定の処理を施す処理装置の真空チャンバ内を、該真空チャンバの外部で活性化したガスを用いてクリーニングする、処理装置のクリーニング方法において、前記真空チャンバは光透過可能な部材で構成された窓を有し、前記窓を介して前記真空チャンバ内に光を通過させ、前記真空チャンバを通過した光を測定し、測定により得られた光のデータに基づいてクリーニングの終点検出を行う、ことを特徴とする。

【0023】上記構成の方法によれば、チャンバ外部でクリーニングガスを活性化してクリーニングを行うドライクリーニングにおいて、チャンバ内に光を通過させ、通過させた光の干渉状態をモニタしてクリーニングの終点を正確に検出することができる。従って、過度のクリーニングによる部材の劣化、または、逆にクリーニング不足によるパーティクル等の発生を防ぐことができる。

【0024】上記構成の処理装置のクリーニング方法において、前記窓は、耐プラズマ性材料でコーティングされていてもよい。

【0025】上記構成の処理装置のクリーニング方法において、前記光は、レーザー光であってもよい。

【0026】上記構成の処理装置のクリーニング方法において、前記光の測定は、前記光をフォトダイオードに受光させて行ってもよい。

【0027】上記目的を達成するため、本発明の第8の観点に係る処理装置は、光透過可能な部材で構成された窓を備えた真空チャンバと、前記真空チャンバをクリーニングするためのガスを該真空チャンバ内に供給可能に構成されたガス供給ラインと、前記ガス供給ラインを介して前記真空チャンバに供給されるガスを活性化可能に構成されたガス活性化手段と、前記窓を通して前記真空チャンバ内に光を照射可能に構成された光照射手段と、前記光照射手段により照射され、前記真空チャンバ内を通過した光を測定してクリーニングの終点検出を行う終点検出手段と、から構成されたことを特徴とする。

【0028】上記構成の装置によれば、チャンバ外部でクリーニングガスを活性化してクリーニングを行うドライクリーニングにおいて、チャンバ内に光を通過させ、通過させた光の干渉状態をモニタしてクリーニングの終点を正確に検出することができる。従って、過度のクリーニングによる部材の劣化、または、逆にクリーニング不足によるパーティクル等の発生を防ぐことができる。

【0029】上記目的を達成するため、本発明の第9の

観点に係る処理装置のクリーニング方法は、被処理体に所定の処理を施す処理装置の真空チャンバ内を、該真空チャンバの外部で活性化したガスを用いてクリーニングする、処理装置のクリーニング方法において、クリーニング時に除去される、真空チャンバ内に堆積された膜の厚さを測定し、測定により得られた膜厚データに基づいてクリーニングの終点検出を行う、ことを特徴とする。

【0030】上記構成の方法によれば、チャンバ外部でクリーニングガスを活性化してクリーニングを行うドライクリーニングにおいて、クリーニングにより除去されるチャンバ内に堆積された膜の厚さをモニタしてクリーニングの終点を正確に検出することができる。従って、過度のクリーニングによる部材の劣化、または、逆にクリーニング不足によるパーティクル等の発生を防ぐことができる。

【0031】上記構成の処理装置のクリーニング方法において、前記膜厚の測定は、振動子を用いた膜厚センサにより行ってもよい。

【0032】上記目的を達成するため、本発明の第10の観点に係る処理装置は、真空チャンバと、前記真空チャンバをクリーニングするためのガスを該真空チャンバ内に供給可能に構成されたガス供給ラインと、前記ガス供給ラインを介して前記真空チャンバに供給されるガスを活性化可能に構成されたガス活性化手段と、前記真空チャンバ内に堆積され、クリーニングにより除去される対象の膜の厚さを測定してクリーニングの終点検出を行う終点検出手段と、から構成されたことを特徴とする。

【0033】上記構成の装置によれば、チャンバ外部でクリーニングガスを活性化してクリーニングを行うドライクリーニングにおいて、クリーニングにより除去されるチャンバ内に堆積された膜の厚さをモニタしてクリーニングの終点を正確に検出することができる。従って、過度のクリーニングによる部材の劣化、または、逆にクリーニング不足によるパーティクル等の発生を防ぐことができる。

【0034】上記構成の処理装置のクリーニング方法において、前記所定の処理は、PE-CVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 等のプラズマ処理であってもよい。

【0035】上記構成の処理装置のクリーニング方法において、前記活性化はプラズマ化であってもよい。

【0036】上記構成の処理装置において、前記処理装置は、前記真空チャンバ内に、電極等を備えたプラズマを生成して処理する手段を備えてもよい。

【0037】上記構成の処理装置において、前記ガス活性化手段は、前記ガス供給ラインから前記真空チャンバに供給されるガスをプラズマ化する手段を備えてもよい。

【0038】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態に係る処理装

10

20

30

40

50

置について、以下図面を参照して説明する。

（第1の実施の形態）図1に第1の実施の形態に係る処理装置の構成例を示す。この処理装置は、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{SiF}_4$ をプロセスガスとして、被処理体に $\text{SiOF}$ 膜を成膜し、被処理体以外のチャンバ内に堆積した $\text{SiOF}$ 膜を $\text{NF}_3$ 、 $\text{Ar}$ のクリーニングガスによりクリーニングする機能を有するもので、図1に示すように、処理チャンバ11と、ラジカル発生装置12と、システムコントローラ100とから構成される。

【0039】ラジカル発生装置12は、バルブV1及びマスフローコントローラMA、MBを介してクリーニングガス供給源である $\text{NF}_3$ 源SA及び $\text{Ar}$ 源SBに接続されている。ラジカル発生装置12は、プラズマ発生機構を有し、内部を通過するガスをプラズマ状態として、所定の原子をラジカル化する。クリーニングガス供給源SA、SBから供給される $\text{NF}_3$ 等のクリーニングガスは、ラジカル発生装置12を通過して、プラズマ化され、さらに、電離されたF原子の少なくとも一部がラジカル化され、排気側に接続されたクリーニングガス供給ラインL1を介して処理チャンバ11に供給される。

【0040】処理チャンバ11の排気側には、圧力調整弁（Auto Pressure Control：APC）14を介してターボ分子ポンプ（Turbo Molecular Pump：TMP）13が接続されている。ターボ分子ポンプ13は、処理チャンバ11内を排気し、圧力調整弁14により、処理チャンバ11内の圧力は所定の真空度とされる。

【0041】システムコントローラ100は、成膜処理及びクリーニング処理時に、ガス供給系、処理チャンバ11、ラジカル発生装置12、圧力調整弁14等、プラズマ処理装置全体の制御を行う。また、システムコントローラは、タイマ、例えば、ソフトウェアタイマを備える。

【0042】図2は、図1に示す処理装置の処理チャンバ11の断面図である。図に示すように、本実施の形態のプラズマ処理装置の内部は、サセプタ21と、電極板22と、ガス供給ラインL2と、圧力計23とから構成される。

【0043】サセプタ21は処理チャンバ11の中央に設けられ、例えば、アルミニウムから構成され、ほぼ円柱状に形成されている。サセプタ21には、被処理体、例えば、半導体ウェハが載置される。サセプタ21の表面には静電チャック（図示せず）が設けられている。この静電チャックは、薄い誘電層の中にチャック電極を埋設して構成され、チャック電極は直流電圧源から直流電圧が印加されることにより、ウェハを静電吸着するものである。

【0044】サセプタ21内には、冷媒の流路が形成され、冷媒供給管25から供給された冷媒が冷媒流路24を通過して冷媒排出管26から排出される。処理されるウェハの温度は、この冷媒による冷熱等により調整され

る。

【0045】サセプタ21は平行平板型電極の一方の電極である下部電極としても機能する。サセプタ21は、処理チャンバ11に対して絶縁されるように、絶縁体27の上に配置されている。そして、下部電極であるサセプタ21と基準電位、例えば、アースとの間には、整合器28及び第1のRF電源30が接続されている。

【0046】サセプタ21の上部周縁部には、ウェハに反応性イオンを効果的に入射させるために絶縁材よりなるフォーカスリング32が設けられている。また、ウェハの受け渡し用のリフトピン（図示せず）が、サセプタ21及び静電チャックを貫通して昇降可能に設けられている。

【0047】電極板22は、処理チャンバ11の天井部に、サセプタ21に対して平行、かつ、対向する上部電極を構成するように設けられている。この電極板22は、例えば、アルミニウムから構成される。

【0048】電極板22を支持する電極支持体33中には、ガス供給ラインL2に接続されたガス流路（図示せず）が形成されており、ガス供給ラインL2からのガスはガス流路を介して電極板22のガス供給穴35から処理チャンバ11内に供給される。ここで、電極板22及び電極支持体33は、絶縁体34により処理チャンバ11に対して絶縁されている。上部電極である電極板22と基準電位、例えば、アースとの間には整合器29及び第2のRF電源31が接続されている。

【0049】ガス供給ラインL2は、バルブV2を介して、 $\text{SiF}_4$ 、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{Ar}$ のガス源であるガス供給源SC、SD、SE、SFに接続されている。ガス供給源SC、SD、SE、SFから、マスフローコントローラMC、MD、ME、MFを介して、所望の処理に応じて上記ガスが所定の順序、流量で供給される。

【0050】圧力計23は、処理チャンバ11下方の壁面に設置されている。圧力計23は、処理チャンバ11内の圧力を測定し、アナログ信号として出力する。圧力計23の出力信号は、アナログ信号をデジタル信号に変換するA/Dコンバータ36を介して、システムコントローラ100に供給されている。システムコントローラ100は、クリーニング時には圧力計23から送られるチャンバ圧データをモニタし、クリーニングの終点を所定の条件に従って検出し、クリーニング動作を終了する信号を発する。

【0051】ここで、チャンバ圧から終点を検出する原理について説明する。チャンバ内に堆積した $\text{SiOF}$ を $\text{NF}_3$ を含むガスでクリーニングすると、化学式2に示すようにクリーニングが進行し、 $\text{SiOF}$ 膜が分解されるにつれ、 $\text{SiF}_4$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 等の気体成分が増加し、処理チャンバ11内の圧力は上昇することになる。 $\text{SiOF}$ の除去が進み、残膜が減少するとともに生成する気体も減少し、圧力は減少に転じる。最終的に $\text{SiO}$

Fが除去されれば、圧力調整弁14により圧力は一定となる。従って、圧力計23により処理チャンバ11内の圧力の変化をモニタすれば、クリーニングの終点を検出することができる。

【化2】 $\text{SiOF} + \text{NF}_3 \rightarrow \text{SiF}_4 \uparrow + 1/2 \text{O}_2 \uparrow + 1/2 \text{N}_2 \uparrow$

【0052】具体的には、クリーニング時、システムコントローラ100は、ラジカル発生装置12をオンとした時点から内部タイマ（例えば、ソフトウェアタイマ）を起動させ、所定時間毎の圧力計23の出力した圧力データの差分をとる。この差分が、所定期間中に所定回数、負の値をとった場合、システムコントローラ100は処理チャンバ11内の圧力が減少に転じたと判別し、タイマを参照して時間を読み込み、この読み込んだ時間を予め定められた係数倍した時間をクリーニングの終点とする。システムコントローラ100は、この算出した終点時間に、クリーニングを終了する信号を発する。

【0053】次に、本実施の形態の処理装置のクリーニング時の動作に関して、図1及び図2を参照して説明する。被処理体であるウェハの処理チャンバ11内への搬入後、システムコントローラ100の制御の下、 $\text{SiF}_4$ 、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{Ar}$ といったプロセスガスを処理チャンバ11内に供給し、上部電極及び下部電極にRF電力を印加して、ウェハ上にSiOF膜を成膜する。所定の膜厚のSiOF膜がウェハ上に成膜された後、ウェハは処理チャンバ11から搬出される。上述の動作で所定枚数のウェハを処理した後、システムコントローラ100は、処理チャンバ11のクリーニングを開始する。

【0054】まず、クリーニング用のダミーウェハを処理チャンバ11内に搬入してサセプタ21上に載置し、静電チャックにより吸着保持する。続いて、バルブV1を開放して、 $\text{Ar}$ ガスをクリーニングガス供給源SBから、ラジカル発生装置12、クリーニングガス供給ラインL1を介してクリーニングガス供給口37から処理チャンバ11内に供給する。

【0055】 $\text{Ar}$ ガスの供給の後、ラジカル発生装置12をオンとする。この後、 $\text{NF}_3$ ガスがクリーニングガス供給源SAから、ラジカル発生装置12に供給されて、 $\text{NF}_3$ ガスは電離され、さらに、多数のF原子がラジカル化され、クリーニングガス供給ラインL1を介して処理チャンバ11に供給される。生成された $\text{F}^*$ 等が処理チャンバ11内に堆積、付着したSiOF膜と反応して $\text{SiF}_4$ 等となり（化学式2）、これら反応生成物は排気とともに除去される。

【0056】システムコントローラ100が、圧力計23からの圧力データからクリーニングが終点に達したと判断すると、ラジカル発生装置12をオフとし、バルブV1を閉鎖してクリーニングガスの処理チャンバ11内への供給を止める。次に、バルブV2を開放して $\text{O}_2$ ガスを処理チャンバ11内に供給すると共に、ウェハの吸

着状態を解除する。続いて、バルブV1を閉鎖して $\text{O}_2$ ガスの流入を止めると共に、上部電極22へのRF電力の印加をオフとする。最後に、ダミーウェハを処理チャンバ11から搬出し、クリーニングを終了する。

【0057】本実施の形態の処理装置のクリーニング時の圧力変動を圧力計23でモニタした結果を図3(a)に示す。なお、クリーニング条件を示すと、電極間距離が50mm、SiOFを4 $\mu\text{m}$ 成膜し、その後 $\text{NF}_3$ ガスと $\text{Ar}$ ガスをラジカル発生装置12でラジカル化し、その流量は500sccm、500sccm、 $\text{NF}_3$ ガス供給前の処理チャンバ11内の圧力は200Paとした。

【0058】図3(a)は、処理チャンバ11内の圧力変動をモニタした結果を示す。図より、チャンバ圧は $\text{NF}_3$ ガス導入後約11分で極大となり、約14分後に圧力の低下が始まっている。

【0059】システムコントローラ100は、圧力計23から得られる、図に示すような処理チャンバ11内の圧力変動をモニタしている。システムコントローラ100は、上述したように、処理チャンバ11内の圧力の低下を検出すると、圧力低下の検出された時点でのタイマの値（約14分）を読みとり、これを所定倍（1.3倍）した時間（約18分）後に、クリーニングを終了すると判別する。システムコントローラ100はそのままクリーニングを続け、タイマの値が18分を示すと終了させる。

【0060】図3(b)は、従来のように、同一のクリーニング中に処理チャンバ11内で発生したプラズマ発光をモニタした結果である。これによると、発生したプラズマの発光強度は $\text{NF}_3$ ガス導入後18分から一定となり、従ってクリーニングの終了時間は18分であることがわかる。これは、圧力変動をモニタして得られた終点と同様の値である。

【0061】上記結果に見られるように、チャンバ圧の変動をモニタしてクリーニングの終点検出を行う本実施の形態によれば、従来の、プラズマを発光させてその発光強度をモニタする方法と同様の確度で終点を検出することができる。従って、クリーニング時に処理チャンバ11内にプラズマを発生させなくても、チャンバ11内の圧力の変化をモニタすることにより正確な終点の検出ができる。

【0062】上記実施の形態では、終点を圧力低下の始まった時間を係数倍（1.3倍）した時間を終点とした。しかし、係数を1.3よりも大きくし、クリーニングされにくい部分も十分にクリーニングされるようにもよい。また、時間を係数倍するのではなく、例えば、圧力低下の始まった時間の4分後というように、所定時間を加えて終点を求める等、正確な終点が検出可能な処理であればいかなる処理も可能である。

【0063】さらに、圧力が低下を始めた時間を基準と



するのではなく、圧力が極大化した時間（例えば、図3（a）に示す11分後）を基準として、係数倍等の処理を行ってクリーニングの終点を求める等、基準とする時間は、圧力変動が検出される時間であればいかなる時間でもよい。

【0064】上記実施の形態では、圧力調整弁（APC）14により初期圧力を固定して、処理チャンバ11内の圧力をモニタする構成とした。しかし、処理チャンバ11内の圧力を固定して、圧力調整弁14による排気流量の制御の様子をモニタしてクリーニングの終点検出

10 を行う構成も可能である。

【0065】（第2の実施の形態）図4に第2の実施の形態の処理装置の構成を示す。図4において、図1、図2と同一部分には同一符号を付す。上記実施の形態と同様に、この処理装置は、SiH<sub>4</sub>、SiF<sub>4</sub>ガスにより被処理体にSiOF膜を成膜し、処理チャンバ11内に堆積したSiOF膜をクリーニングする機能を有する。

【0066】図に示すように、ターボ分子ポンプ13の排気側に接続された排気ラインL3には、排気ラインL3から分岐し、再合流するループ部分L4が設けられて20 いる。このループ部分L4には、2つのバルブV4、V5に挟まれて、O<sub>2</sub>濃度を示すアナログ信号を出力する酸素濃度計41が配置されている。酸素濃度計41は、例えば、酸化ジルコニウムを用いたジルコニア式酸素濃度計から構成される。

【0067】酸素濃度計41の出力信号は、A/Dコンバータ36を介して、システムコントローラ100に供給されている。システムコントローラ100は、クリーニング時には酸素濃度計41から送られる酸素濃度データをモニタし、クリーニングの終点を所定の条件に従っ

30 て検出し、クリーニング動作を終了する信号を発する。

【0068】ここで、図5を参照して、酸素濃度データに基づいてクリーニングの終点を検出する原理について説明する。図5にSiOF膜の成膜後にNF<sub>3</sub>を含むクリーニングガスを用いてチャンバのクリーニングを行った場合のチャンバ内の酸素濃度の変動の様子を示す。上記化学式2に示すように、クリーニングが進行し、SiOF膜が分解されていくにつれ、O<sub>2</sub>が発生する。このように発生したO<sub>2</sub>の濃度は、クリーニング初期には上昇するが、クリーニングが進むにつれ、残膜が減少する

40 ためO<sub>2</sub>濃度も低下し、最終的には一定となる。

【0069】システムコントローラ100は、ラジカル発生装置12をオンとした時点からタイマを起動させ、所定時間毎の酸素濃度計41の出力した酸素濃度データの差分をとる。この差分が、所定期間中に所定回数、所定範囲内の値をとった場合、システムコントローラ100は処理チャンバ11内の酸素濃度が一定になったと判別し、タイマを参照して時間t<sub>1</sub>を読み込み、この読み込んだ時間t<sub>1</sub>を所定係数倍した時間t<sub>2</sub>をクリーニングの終点と判別する。システムコントローラ100は、

そのままクリーニングを続け、タイマの値が時間t<sub>2</sub>を示すとクリーニングを終了する。

【0070】次に、本実施の形態の処理装置のクリーニング時の動作に関して図2及び図4を参照して説明する。上記第1の実施の形態で説明したのと同様に、SiOF膜の成膜工程の後、クリーニングガスの供給に始まるクリーニング工程が開始される。クリーニング工程中、システムコントローラ100は、バルブV4及びV5を開放し、ループ部分L4に処理チャンバ11からの排気を流入させる。システムコントローラ100は、ループ部分L4に配設された酸素濃度計41から得られる、処理チャンバ11内の酸素濃度の変動をモニタして

いて、クリーニングが終点に達したと判断すると、ラジカル発生装置12をオフとし、バルブV1を閉鎖してクリーニングガスの処理チャンバ11内への供給を止める。次に、バルブV2を開放してO<sub>2</sub>ガスを処理チャンバ11内に供給すると共に、ウェハの吸着状態を解除する。続いて、バルブV2を閉鎖してO<sub>2</sub>ガスの流入を止めると共に、上部電極へのRF電力の印加をオフとする。最後に、ダミーウェハを処理チャンバ11から搬出し、クリーニングを終了する。

【0071】以上説明したように、この実施の形態の発明によれば、処理装置のドライクリーニングにおいて、処理チャンバ11内のO<sub>2</sub>濃度の変動をモニタすることにより、クリーニングの終点を正確に検出することが可能となる。

【0072】上記実施の形態では、終点を酸素濃度が一定となった時間を係数倍した時間を終点とした。ここで、係数は、クリーニングされにくい部分も十分にクリーニングされるよう実験等により決定することが可能である。また、時間を係数倍するのではなく、例えば、酸素濃度が一定となった時間の所定時間後というように、所定時間を加えて終点を求める等、正確な終点が検出可能な処理であればいかなる処理も可能である。

【0073】上記実施の形態では、酸素濃度計41は、ターボ分子ポンプ13の下流、ドライポンプの上流に配置された。ここで、酸素濃度計41の劣化を防ぐため、上流側にFフィルターを設けることが望ましい。また、酸素濃度計41の位置は、O<sub>2</sub>濃度の変化がモニタ可能な位置であれば、どのような場所であっても構わない。

【0074】この実施の形態では、酸素濃度をモニタしてクリーニングの終点検出を行う。しかし、酸素に限らず、クリーニングの対象に応じて、クリーニング時に濃度変化がモニタできる物質が生成するようなクリーニングであれば、上記手法の応用が可能である。

【0075】（第3の実施の形態）図6に第3の実施の形態の処理装置の構成を示す。図6において、図1、2と同一部分には同一符号を付す。図に示すように、処理チャンバ11の下部に、例えば、Fプラズマ耐性の強いAlN等のセラミックからなる円筒状の突起61が形成



され、その周りを第3のRF電源63に接続されたコイル62が配置されている。さらに、円筒部61の外側にはプラズマ発光センサ64が備えられている。

【0076】プラズマ発光センサ64は、プラズマ発光強度を示すアナログ信号を出力する。プラズマ発光センサ64の出力信号はA/Dコンバータ36を介して、システムコントローラ100に供給されている。システムコントローラ100は、クリーニング時にはプラズマ発光センサ64から送られる発光強度データをモニタし、クリーニングの終点を所定の条件に従って検出し、クリーニング動作を終了する信号を発する。

【0077】ここで、プラズマ発光強度データからクリーニングの終点を検出する原理について説明する。まず、第3のRF電源63により、コイル62に電流を流すことにより、この円筒部61の内部に誘導結合プラズマ(Inductive Coupled Plasma: ICP)を発生させ、処理チャンバ内に部分的にOプラズマ等のプラズマを発生させる。この円筒部61の少なくとも一部は石英とされており、この部分を透過するプラズマの発光を、プラズマ発光センサ64は測定し、発光強度データのアナログ信号として出力する。プラズマ発光センサ64より得られるデータは、図3(b)に示すものと同様のものとなる。

【0078】詳細には、システムコントローラ100は、ラジカル発生装置12をオンとした時点からタイマを起動させ、所定時間毎のプラズマ発光センサ64の出力した発光強度データの差分をとる。この差分が、所定期間中に所定回数、所定範囲内の値をとった場合、システムコントローラ100は発光強度が一定になったと判別し、この時間をクリーニングの終点と判別する。システムコントローラ100は、この時点でクリーニングを終了する信号を発する。

【0079】次に、本実施の形態の処理装置のクリーニング時の動作に関して図1及び図6を参照して説明する。上記第1の実施の形態で説明したのと同様に、SiOF膜の成膜工程の後、クリーニングガスの供給に始まるクリーニング工程が開始される。クリーニング工程中、システムコントローラ100は、第3のRF電源63をオンとしてコイル62に電流を流し、円筒部61にプラズマを発生させる。システムコントローラ100は、プラズマ発光センサ64から得られるプラズマ発光強度の変動をモニタしていて、クリーニングが終点に達したと判断すると、ラジカル発生装置12と第3のRF電力をオフとし、バルブV1を閉鎖してクリーニングガスの処理チャンバ11内への供給を止める。次に、バルブV2を開放してO<sub>2</sub>ガスを処理チャンバ11内に供給すると共に、ウェハの吸着状態を解除する。続いて、バルブV2を閉鎖してO<sub>2</sub>ガスの流入を止めると共に、上部電極22へのRF電力の印加をオフとする。最後に、ダミーウェハを処理チャンバ11から搬出し、クリーニ

ングを終了する。

【0080】この構成によれば、処理チャンバ11全体ではなく、処理チャンバ11の下流の一部にのみプラズマを発生させて、そのプラズマの発光をモニタすることが可能となり、チャンバ部材へのダメージを低減させつつ、クリーニングの終点を検出することが可能になる。

【0081】上記構成では、円筒部61の一部を石英として、この部分を通してプラズマ発光をモニタする。しかし、石英はプラズマに弱いため、石英部分にはF耐性が強く、Oプラズマ発光の波長を通す材料(例えば、サファイア)をコーティングする等してもよい。

【0082】この実施の形態では、処理チャンバ11の下部で部分的に誘導結合プラズマを発生させてプラズマ発光をモニタする構成とした。しかしながら、プラズマを発生させる位置は、チャンバ部材を劣化させない場所ならばいかなる位置でもよく、また、プラズマを発生させる方法には、ECR(Electron Cyclotron Resonance)法等を用いてもよい。

【0083】(第4の実施の形態)図7(a)、7(b)に第4の実施の形態の処理装置の構成を示す。図7(a)において、図1、2と同一部分には同一符号を付す。図中、クリーニングガス供給ラインL1は省略した。図に示すように、処理チャンバ11の内壁には、対向する2つの石英窓71、72が設けられている。この2つの窓71、72の真空側はF\*耐性を有するサファイアでコーティングされている。一方の窓71の非真空側にはレーザー等の光源73が配置されており、他方の窓72の非真空側にはフォトダイオード等を用いた受光センサ74が配置されている。

【0084】一方の窓71に入射された光源73からの光75は、処理チャンバ11内、そして、他方の窓72を通過して受光センサ74により受光される。受光センサ74の出力信号は、A/Dコンバータ36を介して、システムコントローラ100に供給されている。システムコントローラ100は、クリーニング時には受光センサ74から送られる受光強度データをモニタし、クリーニングの終点を所定の条件に従って検出し、クリーニング動作を終了する信号を発する。

【0085】ここで、プラズマ発光強度データからクリーニングの終点を検出する原理について図8を参照して説明する。上記クリーニング中、光源73からはレーザー光75が2つの窓71、72を通して、受光センサ74に当てられている。このときの受光センサ74の受光した光の干渉状態は図に示すようなものとなる。成膜工程後の窓71、72の真空側の表面にはSiOFが堆積している。クリーニングが開始されると、この堆積膜の膜厚の減少に従って、膜を透過する光の位相にずれが生じ、受光センサ74で測定される光の干渉状態が変化していく。窓71、72部分の堆積膜が除かれ、サファイアコートが露出した状態に達すると、もはや位相差は生

じず、波形は一定となる(時間 $t_s$ )。時間 $t_s$ では、まだクリーニングレートの遅い他の部分には堆積膜が残っている状態なので、 $t_s$ を係数倍した $t_e$ をクリーニングの終点とする。

【0086】詳細には、システムコントローラ100は、ラジカル発生装置12をオンとした時点からタイマを起動させ、所定時間毎の受光センサ74の出力した光強度データの差分をとる。この差分が、所定期間中に所定回数、所定範囲内の値をとった場合、システムコントローラ100は受光センサ74の受光した光強度が一定

になったと判別し、タイマを参照して時間 $t_s$ を読み込み、この読み込んだ時間 $t_s$ を所定係数倍した時間 $t_e$ をクリーニングの終点と判別する。システムコントローラ100は、そのままクリーニングを続け、タイマが時間 $t_e$ を示すとクリーニングを終了する信号を発する。

【0087】次に、本実施の形態の処理装置のクリーニング時の動作に関して図1及び図7(a)を参照して説明する。上記第1の実施の形態で説明したのと同様に、SiOF膜の成膜工程の後、クリーニングガスの供給に始まるクリーニング工程が開始される。クリーニング工程中、システムコントローラ100は、光源73をオンとして処理チャンバ11内に光を照射し、窓71、72を介して受光センサ74に受光させる。システムコントローラ100は、受光センサ74から得られる光強度の変動をモニタしていて、クリーニングが終点に達したと判断すると、ラジカル発生装置12と光源73をオフとし、バルブV1を閉鎖してクリーニングガスの処理チャンバ11内への供給を止める。次に、バルブV2を開放してO<sub>2</sub>ガスを処理チャンバ11内に供給すると共に、ウェハの吸着状態を解除する。続いて、バルブV2を閉鎖してO<sub>2</sub>ガスの流入を止めると共に、上部電極22へのRF電力の印加をオフとする。最後に、ダミーウェハを処理チャンバ11から搬出し、クリーニングを終了する。

【0088】上記構成に限らず、窓71、72の材質、表面コートは、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。等他の材料も可能であり、光を透過し、クリーニングガスにより劣化されない材料であればよい。

【0089】図7(b)の破線矢印に示すように、モニタ用の光線75は、必ずしも処理チャンバ11の中心を通る必要はなく、処理チャンバ11内の一部を通過すればよい。従って、モニタ用の光線75が処理チャンバ11内を通過可能なように窓71、72を配置すればよい。

【0090】また、モニタに使用する光は、単波長光が特に好ましいが、複数の波長または一定範囲の波長を有する光も可能である。受光センサ74は上記光を受光し、この光の干渉状態をモニタ可能なものであれば、いかなるものも可能である。

【0091】この実施の形態では、クリーニングされに

くい部分も十分にクリーニングされるよう、レーザー光の干渉状態が一定となった時間 $t_s$ を係数倍してクリーニングの終点 $t_e$ とした。この係数は一定のものではなく、窓の材料組成、配置位置、処理条件等により可変である。また、 $t_s$ を係数倍して終点 $t_e$ とするのではなく、 $t_s$ に所定時間を足すことにより終点 $t_e$ としてもよい。

【0092】(第5の実施の形態)図9に第5の実施の形態の処理装置の構成を示す。図1、2と同一部分には同一符号を付す。図中、クリーニングガス供給ラインL1は省略した。図に示すように、処理チャンバ11内にスパッタリング等の処理で用いる膜厚測定用のセンサ91が3個、A、B、Cの各地点に配置されている。この膜厚センサ91は水晶振動子を含んで構成され、水晶に付着した膜の厚さにより周波数が増減することを利用して膜厚を測定するものである。

【0093】膜厚センサ91は、アナログ信号をデジタル信号に変換するA/Dコンバータ36を介して、システムコントローラ100に電氣的に接続されている。システムコントローラ100は、クリーニング時には膜厚センサ91から送られる膜厚データのアナログ信号をモニタし、クリーニングの終点を所定の条件に従って検出し、クリーニング動作を終了する信号を発する。

【0094】詳細には、システムコントローラ100は、ラジカル発生装置12をオンとした時点からタイマを起動させ、3カ所の膜厚センサ91の全てから膜厚が0であるという出力を受け取ると、タイマを参照して時間を読み込み、この読み込んだ時間を所定係数倍した時間をクリーニングの終点と判別する。システムコントローラ100は、そのままクリーニングを続け、タイマが係数倍した時間を示すとクリーニングを終了する信号を発する。

【0095】次に、本実施の形態の処理装置のクリーニング時の動作に関して図1及び図9を参照して説明する。上記第1の実施の形態で説明したのと同様に、SiOF膜の成膜工程の後、クリーニングガスの供給に始まるクリーニング工程が開始される。クリーニング工程中、システムコントローラ100は、膜厚センサ91から得られる膜厚の変動をモニタしていて、クリーニングが終点に達したと判断すると、ラジカル発生装置12をオフとし、バルブV1を閉鎖してクリーニングガスの処理チャンバ11内への供給を止める。次に、バルブV2を開放してO<sub>2</sub>ガスを処理チャンバ11内に供給すると共に、ウェハの吸着状態を解除する。続いて、バルブV2を閉鎖してO<sub>2</sub>ガスの流入を止めると共に、上部電極22へのRF電力の印加をオフとする。最後に、ダミーウェハを処理チャンバ11から搬出し、クリーニングを終了する。

【0096】図10は、本実施の形態の装置でクリーニングを行った結果を示す。クリーニング条件を示すと、

電極間距離が50mm、SiOFを4 $\mu$ m成膜し、その後NF<sub>3</sub>ガスとArガスをラジカル発生装置12でプラズマ化して、Fラジカル等を生成し、その流量は500sccm、500sccm、NF<sub>3</sub>ガス供給前の処理チャンバ11内の圧力は200Paとした。

【0097】本実施の形態では、処理チャンバ11内のA、B、Cの3カ所に膜厚センサ91を配置している。図よりわかるように各地点の膜厚は経時的に減少に向かい、最もクリーニングされにくいC点でのクリーニングの終点は約14分であった。従って、システムコントローラ100は、この時間を係数倍（例えば、1.3倍）した時間（約18分）をクリーニングの終点として判別する。

【0098】この実施の形態の構成によれば、膜厚測定用のセンサ91を用いて膜厚の変化をモニタすることにより、ドライクリーニング時のクリーニングの進行状況を経時的に知ることができ、従って、クリーニングの終点を検出することが可能となる。

【0099】この実施の形態では、水晶振動子を用いた膜厚測定用センサ91を処理チャンバ11内に複数配置した構成とした。しかし、処理チャンバ11内で膜厚の測定が可能なセンサならどのようなセンサでもよく、センサの配置位置、個数は上記構成に限られない。

【0100】（第6の実施の形態）図11に第6の実施の形態の処理装置の構成を示す。図1、2と同一部分には同一符号を付す。図中、クリーニングガス供給ライン1は省略した。図よりわかるように、本実施の形態の装置は、上記実施の形態で説明した、圧力計23、光源73と受光センサ74及び膜厚センサ91を備え、これらは全てA/Dコンバータ36を介してシステムコントローラ100に接続されている。

【0101】システムコントローラ100は、圧力計23、受光センサ74及び膜厚センサ91がそれぞれ出力した圧力データ、光の干渉データ及び膜厚データを、上記実施の形態で説明したようにモニタする。そして、システムコントローラ100は、各データをモニタして得られる、圧力低下が始まった時間、光の波形が一定となった時間及び膜厚が一定となった時間の中で、最も遅く検出された時間を係数倍し、その時間を終点としてクリーニングを終了する。ここで、システムコントローラ100が終点検出に利用する上記データは、3種すべてではなく、2種以上であるよう設定可能である。

【0102】図12は、第6の実施の形態の処理装置で処理を行った結果を示す。クリーニング条件を示すと、電極間距離が50mm、SiOFを8 $\mu$ m成膜し、その後NF<sub>3</sub>ガスとArガスをラジカル発生装置12でラジカル化し、その流量は500sccm、500sccm、NF<sub>3</sub>ガス供給前の処理チャンバ11内の圧力は200Paとした。

【0103】図中、平均パーティクル量は、上記プロセ

ス条件下での成膜、及び、各終点検出方法を用いたクリーニング工程により、ウェハを2,000枚処理した場合のパーティクル発生量の平均値（個/ウェハ）である。なお、パーティクルの測定は、1カセット（25枚）ごとに1枚行った。

【0104】図中、Iは、所定時間（20分）クリーニングを行った結果である。IIは、圧力データのみから終点を求めてクリーニングを行った結果である。IIIは、光の干渉データのみから終点を求めてクリーニングを行った結果である。IVは、膜厚データのみから終点を求めてクリーニングを行った結果である。Vは、圧力データ及び光の干渉データから終点を求めてクリーニングを行った結果である。VIは、圧力データ及び膜厚データのみから終点を求めてクリーニングを行った結果である。VIIは、膜厚データ及び光の干渉データのみから終点を求めてクリーニングを行った結果である。VIIIは、圧力データ、光の干渉データ及び膜厚データから終点を求めてクリーニングを行った結果である。

【0105】図よりわかるように、圧力データ、光の干渉データ及び膜厚データの2種以上を利用してクリーニングの終点を検出する本実施の形態の処理装置では、これらのデータを単独で用いる場合よりも、パーティクル発生量を低減することができ、さらに、クリーニング後の処理チャンバ11の清浄度のばらつきを抑えることができる。

【0106】上記実施の形態では、クリーニングの終点検出に用いるデータには、圧力データ、光の干渉データ及び膜厚データの3種を用いた。しかし、モニタにより終点検出の可能なデータであれば、いかなるデータを用いてもよい。

【0107】以上説明したように、本発明によれば、終点を正確に検出可能なプラズマ処理装置のドライクリーニング方法が提供される。上記方法によれば、特に、プラズマ発光を伴わないリモートプラズマクリーニングにおいて、正確なクリーニングの終点検出が可能となる。

【0108】上記実施の形態では、平行平板型プラズマ処理装置でウェハにSiOF膜を成膜した後にNF<sub>3</sub>ガスでクリーニングを行う場合を例として説明した。しかし、本発明は、ドライクリーニングが行われるいかなる処理装置にも適用可能である。また、膜としては、SiOFの他、SiO<sub>2</sub>、SiN、SiCN、SiCH、SiOCH等も可能である。クリーニングガスとしては、NF<sub>3</sub>の他に、CF<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、SF<sub>6</sub>等のフッ素系ガス、Cl<sub>2</sub>、BCl<sub>3</sub>等の塩素系ガスを使用してもよい。

【0109】

【発明の効果】本発明によれば、正確な終点検出の可能なプラズマ処理装置等の処理装置及びそのドライクリーニング方法が提供される。上記方法によれば、特に、プラズマ発光を伴わないリモートプラズマクリーニングに

において、正確な終点検出が可能となる。従って、クリーニングし過ぎてチャンバ部材が劣化したり、また、逆にクリーニングが足りずにパーティクル等が発生するといったことを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態のプラズマ処理装置の構成図である。

【図2】第1の実施の形態のプラズマ処理装置の構成図である。

【図3】(a)は、プラズマ処理装置のドライクリーニングをチャンバ圧に基づいてモニタした結果を示すグラフであり、(b)は、プラズマ処理装置のドライクリーニングをプラズマ発光に基づいてモニタした結果を示すグラフである。

【図4】第2の実施の形態のプラズマ処理装置の構成図である。

【図5】プラズマ処理装置のドライクリーニングを酸素濃度に基づいてモニタした結果を示すグラフである。

【図6】第3の実施の形態のプラズマ処理装置の構成図である。

【図7】第4の実施の形態のプラズマ処理装置の構成図である。

【図8】プラズマ処理装置のドライクリーニングをチャンバ内にレーザー光を透過させてモニタした結果を示すグラフである。

【図9】第5の実施の形態のプラズマ処理装置の構成図である。

【図10】プラズマ処理装置のドライクリーニングを膜厚センサによりモニタした結果を示すグラフである。

【図11】第6の実施の形態のプラズマ処理装置の構成図である。

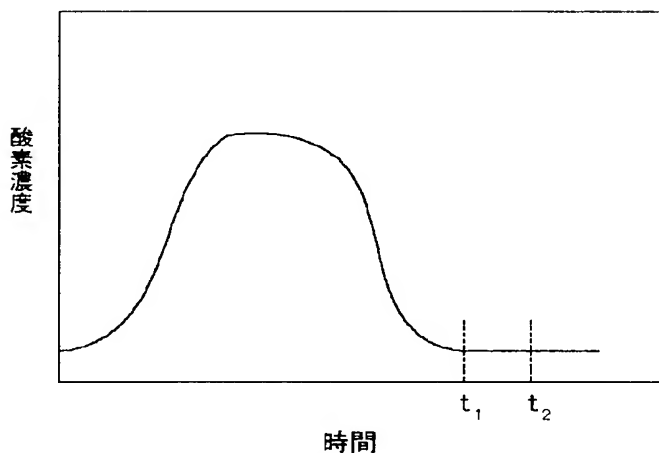
【図12】各種終点検出方法に従いウェハを2000枚処理した場合のパーティクル発生量及びその標準偏差を\*

\* 示すグラフである。

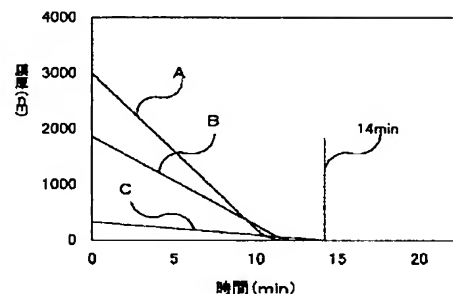
【符号の説明】

- 11 処理チャンバ
- 12 ラジカル発生装置
- 13 ターボ分子ポンプ
- 14 圧力調整弁
- 21 サセプタ
- 22 電極板
- 23 圧力計
- 24 冷媒流路
- 25 冷媒供給管
- 26 冷媒排出管
- 27、34 絶縁体
- 28、29 整合器
- 30、31、63 RF電源
- 32 フォーカスリング
- 33 電極支持体
- 35 ガス供給穴
- 36 A/Dコンバータ
- 37 クリーニングガス供給口
- 41 酸素濃度計
- 61 円筒部
- 62 コイル
- 64 プラズマ発光センサ
- 71、72 窓
- 73 光源
- 74 受光センサ
- 75 光線
- 91 膜厚センサ
- 100 システムコントローラ
- L1 クリーニングガス供給ライン
- L2 ガス供給ライン
- V バルブ

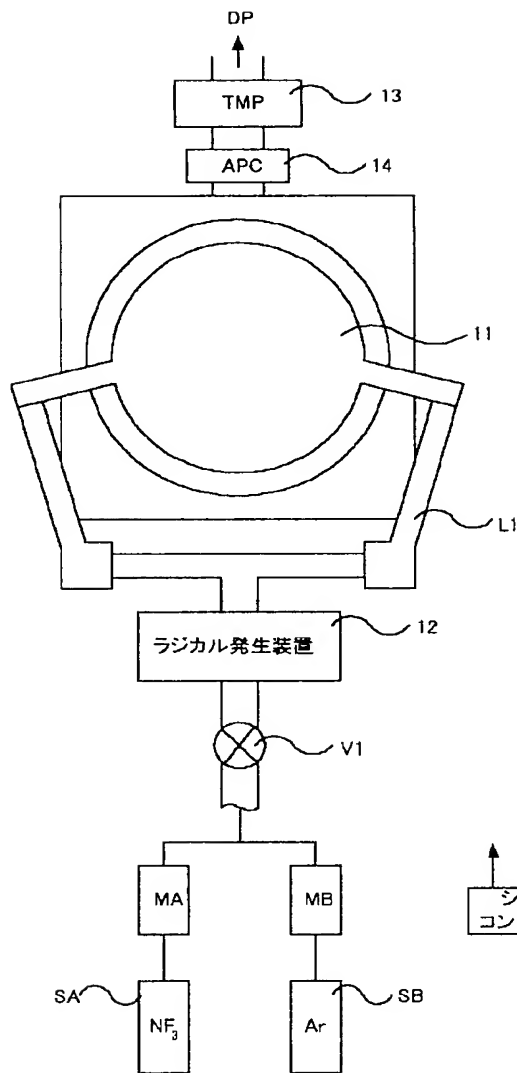
【図5】



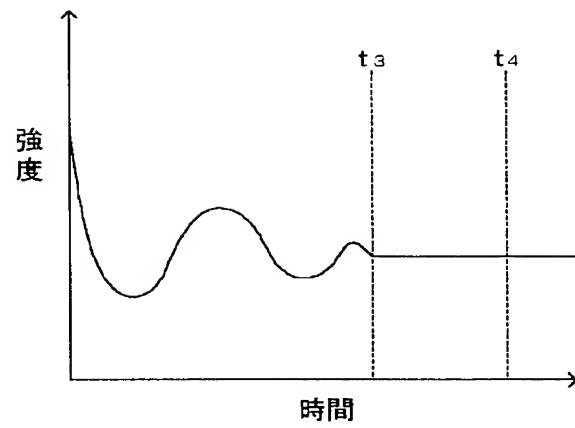
【図10】



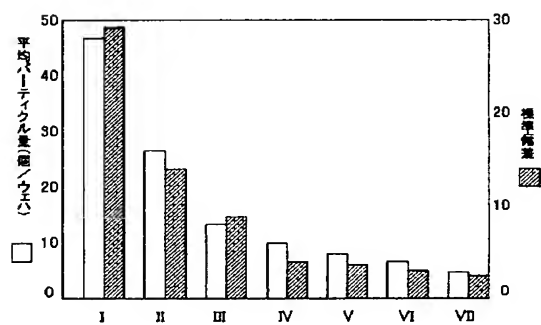
【図1】



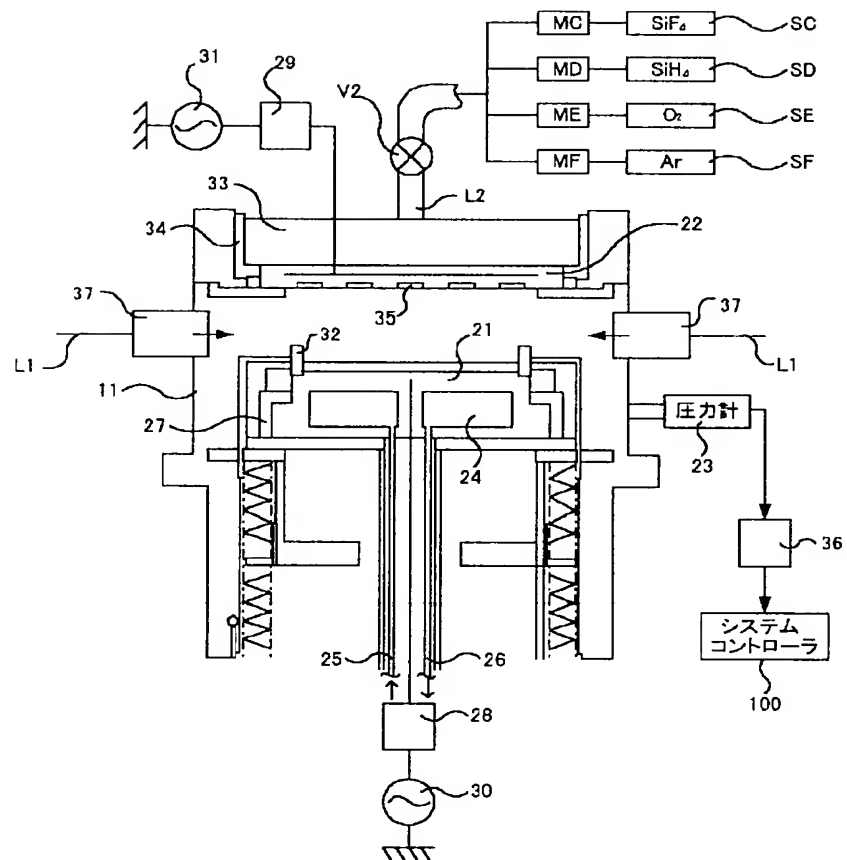
【図8】



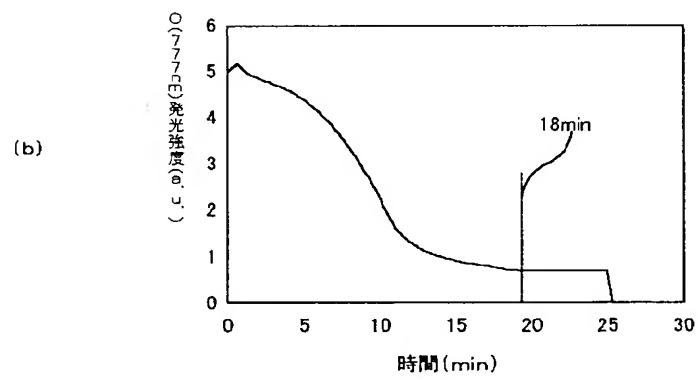
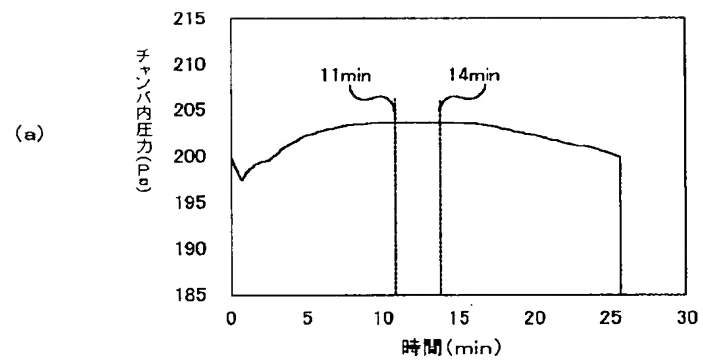
【図12】



【図2】

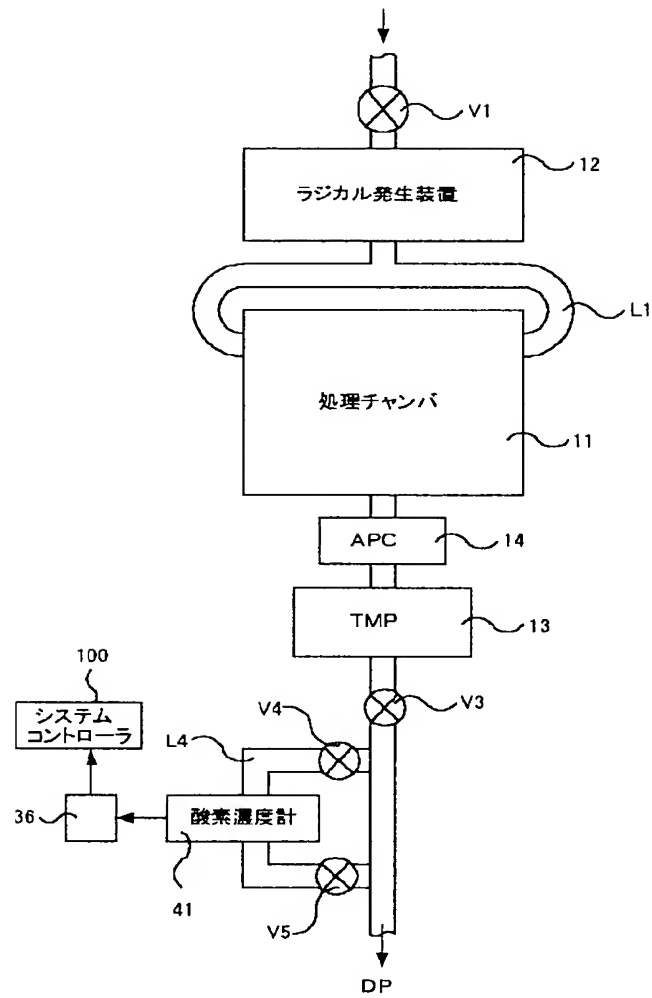


【図3】



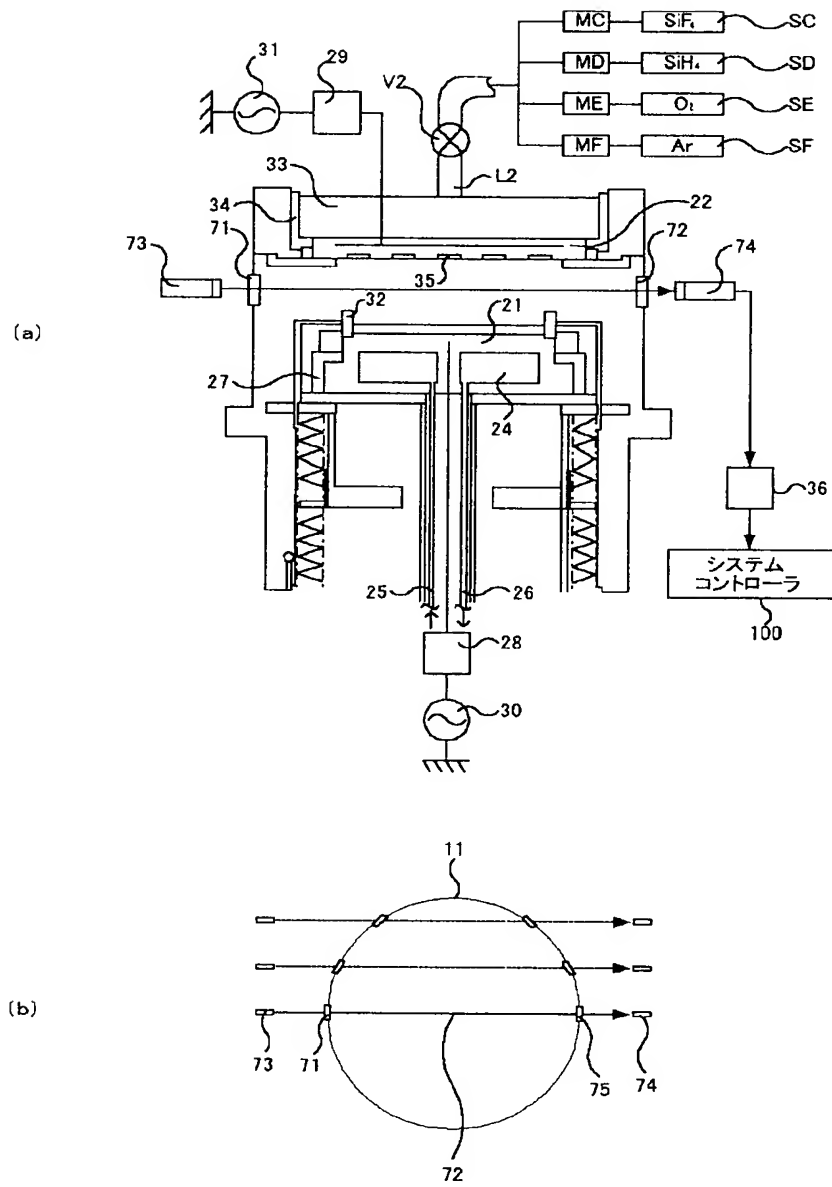


【図4】

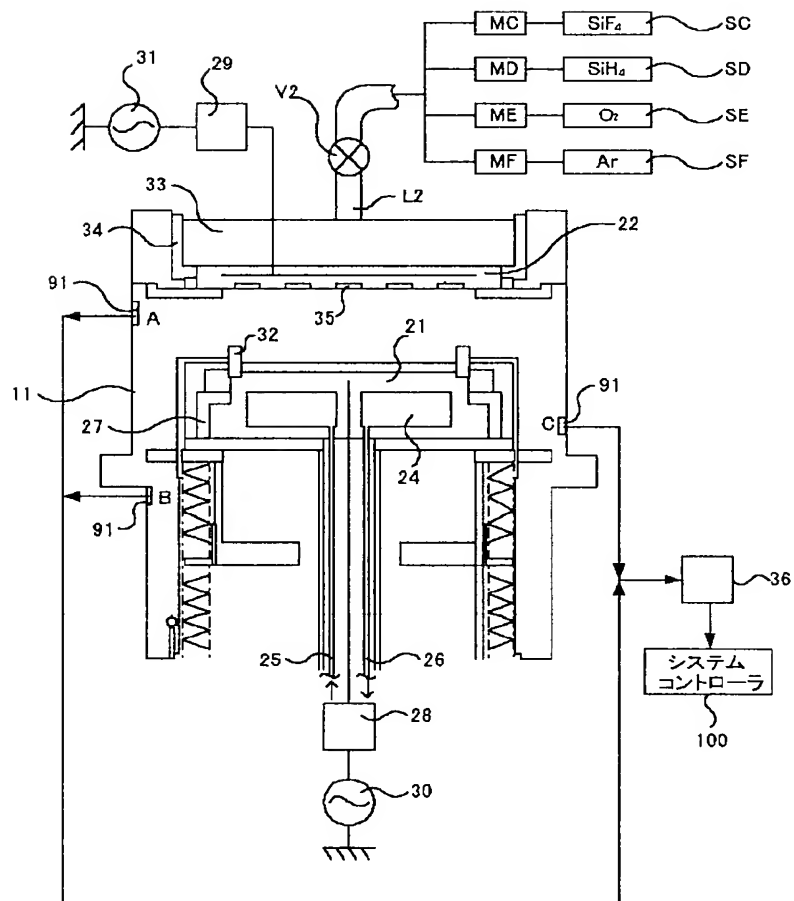




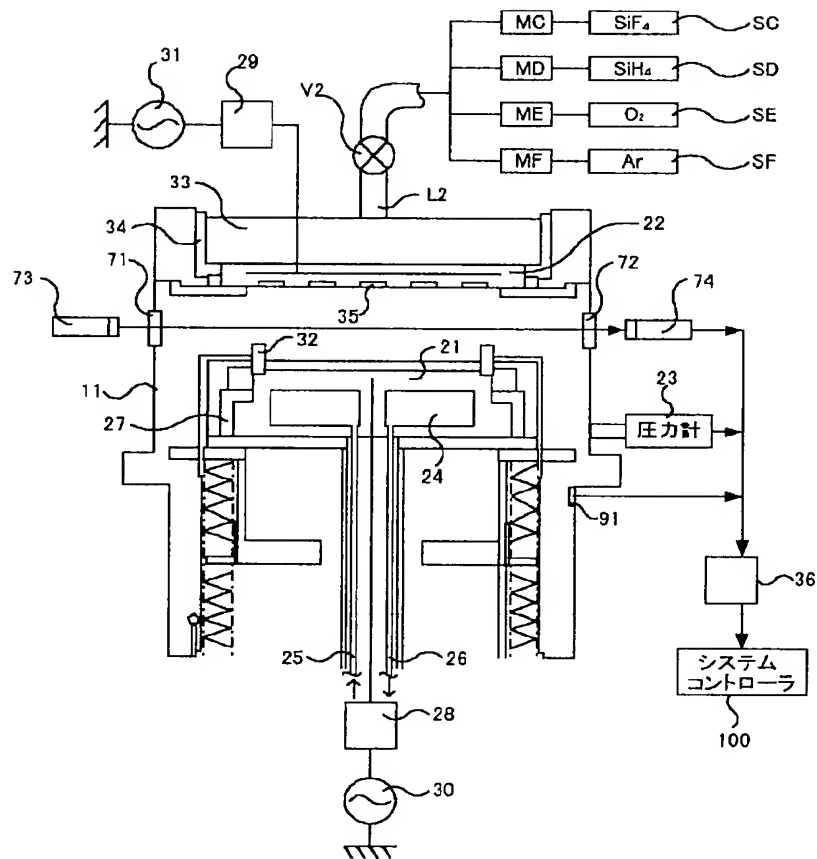
【図 7】



【図9】



【図11】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4K030 DA06 JA01 JA09 JA20 KA39  
 4K057 DA01 DA14 DD01 DD07 DE20  
 DG08 DG13 DJ01 DJ02 DJ06  
 DJ07 DJ08 DM01 DM09 DM28  
 DM37 DN01  
 5F004 AA15 BA03 BA04 BA20 BB11  
 BB22 BC02 BD04 CA09 CB02  
 CB15 DA01 DA02 DA04 DA11  
 DA17 DA18 DA23 DB00 DB03  
 DB07  
 5F045 AC02 BB15 EB06 EC03 EE13  
 EE14 EH11 EH18 GB06 GB07  
 GB08 GB09